



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 09 023 T2 2004.05.19**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 965 356 B1

(51) Int Cl.⁷: **A61M 16/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 09 023.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 107 465.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **29.04.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.12.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.06.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.05.2004**

(30) Unionspriorität:

9802122 15.06.1998 SE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(73) Patentinhaber:

Maquet Critical Care AB, Solna, SE

(72) Erfinder:

**Högnelid, Kurt, 16853 Bromma, SE; Skog, Göran,
16856 Bromma, SE**

(74) Vertreter:

Schaumburg und Kollegen, 81679 München

(54) Bezeichnung: **Eine methode zu bestimmen Röhren System Volumen in ein Ventilator**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Ein Verfahren zum Bestimmen des Volumens eines Schlauchsystems und eines Beatmungsgerätsystems.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Volumens eines an einen Ventilator und an einen Patienten angeschlossenen Schlauchsystems.

[0003] Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Bestimmen eines elastischen Volumens eines an einen Ventilator und einen Patienten angeschlossenen Schlauchsystems.

[0004] Ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Gerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 sind aus der EP-A-0 791 327 bekannt.

[0005] Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Beatmungsgerätsystem, das für die Verwendung in der Beatmungspflege eines Patienten vorgesehen ist und einen Ventilator und ein Schlauchsystem enthält.

[0006] Die Fähigkeit, die Menge des einem Patienten zugeführten Atemgases zu bestimmen und/oder zu regeln ist bei der Beatmungspflege wichtig. Bestimmtes und/oder geregeltes Volumen wird üblicherweise in Volumen per Atemzug (Tidalvolumen) oder per Zeiteinheit erhaltenes mittleres Volumen (Minutenvolumen) festgelegt.

[0007] Atemgas wird üblicherweise dem Patienten durch einen Ventilator und ein Schlauchsystem zugeführt. Da Gase komprimierbar (elastisch) sind, muss das Gasvolumen in dem Schlauchsystem berücksichtigt werden. In der Regel ist auch das Schlauchsystem elastisch, so dass das aktuelle Volumen in dem Schlauchsystem mit dem Druck variieren kann. Untersuchungen haben gezeigt, dass das mechanisch elastische Volumen 25–40% des totalen elastischen Volumens ausmachen kann.

[0008] Das Testen eines Beatmungsgerätsystems (z. B. eines Ventilators und eines Schlauchsystems), bevor der Patient daran angeschlossen wird, ist bekannt. Die Kompensation für das elastische Volumen kann dann durch die Bedienungsperson gemacht werden. Das ist besonders wichtig, wenn ein spezifisches Tidalvolumen dem Patienten in jedem Atemzug zugeführt werden muss.

[0009] Es wäre vorteilhaft, wenn diese Messungen auch durchgeführt werden könnten, während der Patient für die Beatmungspflege an das Beatmungsgerätsystem angeschlossen ist, da sich die Bedingungen im Laufe der Behandlung ändern könnten. Änderungen können insbesondere in peripheren Vorrichtungen, die ein Totvolumen für das System darstellen, wie z. B. Befeuchtern, Entfeuchtern und Verneblern entstehen.

[0010] Ein wesentliches Problem ist es, den Patienten von der Volumenbestimmung auszuschließen. Die Bestimmungen wären fehlerhaft, wenn es den Luftwegen und Lungen des Patienten während der Bestimmung erlaubt wäre, mit dem Schlauchsystem

zu interagieren.

[0011] Ein anderes Problem ist es, das totale elastische Volumen auf effektive Weise zu ermitteln.

[0012] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur ausschließlichen Bestimmung des Volumens des Schlauchsystems zu erzielen, während der Patient an dieses angeschlossen ist.

[0013] Eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Bestimmung des totalen elastischen Volumens des Schlauchsystems zu erzielen, während der Patient daran angeschlossen ist.

[0014] Noch eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Beatmungsgerätsystem zu erzielen, bei dem das Volumen des Schlauchsystems und das elastische Volumen des Schlauchsystems ermittelt werden können, während der Patient an das Schlauchsystem angeschlossen ist.

[0015] Ein Verfahren zum Bestimmen des Volumens des Schlauchsystems, während der Patient an dieses angeschlossen ist, wird gemäß der Erfindung mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Verfahrensschritten erzielt.

[0016] Weiterbildungen des Verfahrens gemäß der Erfindung sind in den von Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0017] In dem Atem- oder Beatmungszyklus gibt es (kurze) Perioden, in denen der Atemgasfluss zu oder von dem Patienten Null oder nahezu Null ist. Durch Verwenden dieser Perioden bei dem Verfahren gemäß der Erfindung kann der Patient von der Volumenbestimmung ausgeschlossen werden. Da der Fluss Null ist, gibt es keine Wechselwirkung mit den Lungen des Patienten. Auch wird eine zusätzliche Zufuhr von Gas zum Messen des Volumens des Schlauchsystems den Patienten nicht in die Messung einbeziehen, so lange der Druck in dem Schlauchsystem nicht beeinflusst wird. Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird ein zusätzliches Gas dem Einlass des Schlauchsystems mit einer vorbestimmten Flussrate, vorzugsweise einer konstanten Rate, zugeführt. Wenn dieses zusätzliche Gas den Auslass des Schlauchsystems erreicht, kann das Volumen des zugeführten zusätzlichen Gases durch eine Zeitintegration des Flusses berechnet werden. Das zugeführte Volumen zusätzlichen Gases korrespondiert mit dem Volumen des Schlauchsystems.

[0018] Ein alternatives Verfahren zum Bestimmen des Volumens des Schlauchsystems, während der Patient an dieses angeschlossen ist, wird gemäß der Erfindung mit den Verfahrensschritten, wie sie in dem abhängigen Anspruch 2 angegeben sind, erzielt.

[0019] Im Prinzip ist der einzige Unterschied, dass bei dem alternativen Verfahren das Volumen des zusätzlichen Gases, das aus dem Schlauchsystem herausfließt, bestimmt wird, nachdem das Schlauchsystem mit dem zusätzlichen Gas gefüllt worden ist.

[0020] Beide Verfahren können natürlich gleichzeitig ausgenutzt werden, indem zunächst das zugeführte Volumen bestimmt wird und dann das ausfließende Volumen bestimmt wird. Das ergibt dann eine

zusätzliche Überprüfung, um zu zeigen, dass der Patient nicht in die Messung in irgend einer Weise involviert war und dass kein Leck oder dergleichen vorlag.

[0021] Im Prinzip kann das erste zusätzlich zugeführte Gas aus Atemgas, aber mit einer unterschiedlichen Zusammensetzung, z. B. 5–10% mehr Sauerstoff, oder aus Atemgas, das irgend ein Spurengas enthält oder einer vollständig unterschiedlichen Gas-mischung, die unschädlich für den Patienten ist, z. B. Helium bestehen.

[0022] Es ist völlig ausreichend, wenn nur der absolut erste Teil des zugeführten zusätzlichen Gases z. B. ein Spurengas oder eine unterschiedliche Zusammensetzung enthält. Das Spurengas (oder die unterschiedliche Zusammensetzung) dienen nur als Markierung der „Luftsäule“, die in das Schlauchsystem eingeleitet wird. Eine derartige Markierung ist ausreichend, unabhängig davon, ob das Volumen aus dem zugeführten Volumen oder dem ausgeflossenen Volumen bestimmt wird. Andererseits kann einfach Atemgas verwendet werden. Das Risiko für den Patienten, irgend etwas anderes einzusatmen als Atemgas wird dann stark reduziert.

[0023] Alles Zusatzgas, das während der Bestimmung des Volumens zugeführt wird, kann natürlich die gleiche Zusammensetzung haben.

[0024] Ein Verfahren zum Bestimmen des elastischen Volumens eines Schlauchsystem wird gemäß der Erfindung mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 7 angegebenen Verfahrensschritten erzielt.

[0025] Wenn das Volumen des Systems bei zwei unterschiedlichen Drücken gemessen wird, kann das mechanische elastische Volumen als Differenz zwischen den bei den beiden verschiedenen Drücken gefundenen Volumen bestimmt werden.

[0026] Die Durchführung dieser Messungen in der Endphase der Inspiration beziehungsweise der Endphase der Expiration ist hier besonders wichtig, da die Druckdifferenz dann am größten ist, während der Fluss bei einem Minimum liegt. Der Fluss kann sogar Null sein, nämlich in der Inspirationsphase beziehungsweise der Expirationsphase.

[0027] In Fällen, bei denen ein kontinuierlicher Vorbeifluss verwendet wird, kann dieser Fluss entweder bei der Bestimmung kompensiert oder ausgenutzt werden, wenn das Gas/die Gase bei der Bestimmung zugeführt wird/werden.

[0028] Ein Beatmungsgerätsystem wird gemäß der Erfindung erzielt, wenn das System mit den Merkmalen ausgebildet ist, die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 8 angegeben sind.

[0029] Ein Weiterentwicklung des Beatmungsgeräts ist in den von Anspruch 8 abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0030] Das Verfahren und das Beatmungsgerätsystem werden unten detaillierter unter Bezug auf die Figuren beschrieben, in denen

[0031] Fig. 1 eine Ausführungsform eines Beatmungsgerätsystems gemäß der Erfindung zeigt;

[0032] Fig. 2 ist ein Diagramm eines Atemzyklus.

[0033] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform des Beatmungsgerätsystems gemäß der Erfindung und ist mit 2 bezeichnet. Das Beatmungsgerätsystem 2 ist an einen Patienten 4 angeschlossen, um den Patienten 4 mit einer passenden Beatmungspflege mit allem von der Versorgung des Patienten 4 mit passendem Atemgas bis zur Durchführung kompletter Kontrolle über die Atmung des Patienten 4 zu versehen. Im Prinzip enthält das Beatmungsgerätsystem 2 einen Ventilator 6 und ein Schlauchsystem 8, 10, 14, 16. Das Schlauchsystem 8, 10, 14, 16 enthält eine Inspirationsleitung 8 und eine Expirationsleitung 10 als Basiselemente. Verschiedene Komponenten können dann in das Schlauchsystem 8, 10, 14, 16 aufgenommen werden. Diese Ausführungsform zeigt einen Be-feuchter 14 und einen Entfeuchter 16. Aber andere Komponenten wie ein Vernebler, verschieden Filter u. s. w. können verwendet werden. Das Schlauchsystem 8, 10, 14, 16 ist über einen Patientenschlauch 12 an den Patienten 4 angeschlossen.

[0034] Verschiedene Gase können über einen ersten Gasanschluss 18A, einen zweiten Gasanschluss 18B und einen dritten Gasanschluss 18C an den Ventilator 6 angeschlossen werden. Zum Beispiel kann Luft über den ersten Gasanschluss 18A, Sauerstoff über den zweiten Gasanschluss 18B und ein nichttoxisches Spurengas über den dritten Gasanschluss 18C zugeführt werden.

[0035] Die angeschlossenen Gase können in passenden Proportionen, Drücken und Flüssen durch eine Ventileinheit 20 geregelt werden, um ein Atemgas für den Patienten 4 zu erzeugen. Die Ventileinheit 20 umfasst passenderweise ein Inspirationsventil für jeden Gasanschluss 18A, 18B, 18C. In der Regel wählt der Arzt eine Mischung aus Luft und Sauerstoff. Das Beispiel mit einem Spurengas wird in diesem Beispiel bei der Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung zum Bestimmen des Volumens des Schlauchsystems 8, 10, 14, 16 und/oder eines elastischen Volumens des Schlauchsystems 8, 10, 14, 16 verwendet. Das gemischte Gas wird dann vorbei an einem ersten Druckmesser 22 und einem ersten Flussmesser 23 transportiert, bevor es in die Inspirationsleitung 8 eingespeist wird.

[0036] Ein zweiter Druckmesser 24, ein zweiter Flussmesser 26, ein Gasmesser 28 und ein Expirationsventil 30 sind auf der Expirationsseite des Ventilators 6 angeordnet. Eine Steuereinheit 32 steuert und überwacht alle Funktionen in dem Ventilator 6.

[0037] Die Hauptaufgabe des Beatmungsgerätsystems 2 ist, es, den Patienten 4 mit passender Beatmungspflege zu versehen, z. B. durch Liefern einen Atemzyklus, wie in dem oberen Teil des Diagramms in Fig. 2 dargestellt (das Folgende bezieht sich sowohl auf Fig. 1 als auch auf Fig. 2). Die Figur zeigt zwei Atemzyklen mit dem Druck (oben) und dem Fluss (in der Mitte) des Atemgases über der Zeit. Der erste Atemzyklus zeigt eine erste Inspiration 34A und eine erste Expiration 34B. Der Fluss bei der ersten

Inspiration **34A** ist positiv dargestellt, da Gas, das zu dem Patienten **4** fließt, als positiv definiert ist. Der Fluss bei der ersten Expiration **34B** ist daher negativ. In entsprechender Weise sind eine zweite Inspiration **36A** und eine zweite Expiration **36B** für den zweiten Atemzyklus dargestellt.

[0038] Die Erfindung betrifft unter anderem ein Verfahren zum Bestimmen des Volumens des Schlauchsystems **8, 10, 14, 16**, während der Patient **4** angeschlossen ist, obwohl ohne Beteiligung der Lungen und Luftwege des Patienten **4** bei der Berechnung. Im Prinzip ist das Volumen zwischen der Ventileinheit **20** und dem Expirationsventil **30** von Interesse, aber der größte Teil dieses Volumens liegt innerhalb der Schläuche und anderen Komponenten. Da die Patientenleitung **12** normalerweise aus einer Trachealröhre besteht, die in die Luftröhre des Patienten **4** eingesetzt ist, wird diese auch von den Berechnungen bei dem Verfahren gemäß der Erfindung ausgeschlossen.

[0039] Der untere Teil des Diagramms in **Fig. 2** zeigt, wie ein erster Gasfluss **38** eines ersten zusätzlichen Gases in der Ventilationseinheit **20** des Ventilators **6** in einer Phase, in der der Fluss während der ersten Inspiration **34A** praktisch Null ist, erzeugt wird. Genauer gesagt ist der Fluss zu dem Patienten **4** nahe Null.

[0040] Wenn das Expirationsventil **30** gleichzeitig so geregelt wird, dass es einen Fluss korrespondierend zu dem ersten Fluss **38**, der durch die Ventileinheit **20** erzeugt wurde, ableitet, verbleibt der Druck in dem Schlauchsystem **8, 10, 14, 16** unverändert. Auf diese Weise bleibt der Druckgradient in Bezug auf den Patienten **4** konstant und nur ein minimaler (wenn überhaupt) Austausch des ersten Gases in dem zugeführten ersten Gasfluss **38** kann bei dem Patienten **4** erfolgen.

[0041] Ein Vergleich des in dem ersten Flussmesser **23** gemessenen Flusses mit dem in dem zweiten Flussmesser **26** gemessenen Fluss bietet auch eine Möglichkeit zum Überprüfen, um sicherzustellen, dass der Patient **4** die Messung nicht stört (beide Flussmesser **23, 26** sollten den selben Fluss angeben).

[0042] Zumindest anfänglich hat das erste Gas eine andere Zusammensetzung als das Atemgas, das für die erste Inspiration **34A** verwendet wird. Das dient dem Zweck, eine Markierung für den Gasmesser **28** in dem Expirationsabschnitt zu erhalten. Das Gas mit dieser unterschiedlichen Zusammensetzung kann aus reiner Luft, reinem Sauerstoff oder irgend einer anderen Mischung der beteiligten Gase als der für das Atemgas verwendeten spezifischen Mischung bestehen. Der Gasmesser **28** kann dann aus einem Sauerstoffmesser bestehen.

[0043] Die Markierung in dem ersten Gasfluss **38** kann auch aus einem Spurengas bestehen, das dem Atemgas in ausreichender Konzentration hinzugefügt wird. Der Gasmesser **28** ist dann ein Messer für das spezifische Spurengas.

[0044] Noch eine andere Option wäre es, ein Gas mit einer vollständig anderen Zusammensetzung hinzuzufügen, um einen Markierer zu erhalten, z. B. reines Helium oder Helium und Sauerstoff. In anderen Worten wird das Atemgas durch ein anderes Gas ersetzt. Viele Optionen sind daher verfügbar, um einen Markierer für den Gasmesser **28** zu erhalten.

[0045] Die wichtigste Sache für das erste Gas ist es, eine Zusammensetzung zu haben, die es anfänglich unterscheidbar von dem Atemgas macht, das bereits in dem Schlauchsystem **8, 10, 14, 16** ist. Da das Gas mit einer anderen Zusammensetzung nur als ein Markierer benötigt wird, kann es daher sehr kurz (in einem kleinen Volumen relativ zu dem gemessenen Volumen) verwendet werden. Die notwendige Menge wird unter anderem von den Eigenschaften des Gasmessers **28** abhängen.

[0046] Jedoch kann das Gas mit einer anderen Zusammensetzung auch für die gesamte Volumenbestimmung verwendet werden.

[0047] Wenn das erste Gas (d. h. der Gasmarkierer) den Gasmesser **28** in dem Expirationsabschnitt erreicht, wird das gesamte Schlauchsystem **8, 10, 14, 16** mit Gas (möglicherweise mit der selben Zusammensetzung) gefüllt worden sein und das Hinzufügen des ersten Flusses **38** kann beendet werden. Das Integral des ersten Flusses **38** bildet dann das Volumen des Schlauchsystems **8, 10, 14, 16**.

[0048] Wenn der Arzt nicht wünscht, dass der Patient etwas von der neuen Gas Mischung (wenn die gleiche Gas Mischung für das gesamte Volumen des Schlauchsystems verwendet wird) erhält, kann nach der Bestimmung ein Ausspülfluss von Atemgas eingeleitet werden. Dieser Ausspülfluss kann auch zu Beginn der ersten Expiration **34B** hinzugefügt werden.

[0049] In entsprechender Weise kann die Endphase der ersten Expiration **34B** zur Bestimmung des Volumens verwendet werden, wenn der Fluss nahe genug bei Null wird. Ein erster Gasfluss **40** eines ersten Gases kann durch die Ventileinheit **20** in dem Ventilator **6** erzeugt werden. In der gleichen Weise wie oben beschrieben kann das Volumen durch Bilden des Volumens des ersten Flusses **40**, der erforderlich ist, um das Schlauchsystem **8, 10, 14, 16** zu füllen, bestimmt werden.

[0050] Ein alternatives (oder komplettierendes) Verfahren zum Bestimmen des Volumens wird nun in Relation auf das obige beschrieben. Ein zweiter Gasfluss **42** einer zweiten Gas Mischung kann durch die Ventileinheit **20** erzeugt werden, nachdem der Gasmesser **28** bestimmt hat, dass der erste Gasfluss **40** das Schlauchsystem **8, 10, 14, 16** gefüllt hat. Erneut besteht die Idee darin, einen Gasmarkierer für den Gasmesser **28** zu haben, der dem zweiten Gas, das dem Schlauchsystem **8, 10, 14, 16** zugeführt wird, in dieser Phase der Bestimmung hinzugefügt wird.

[0051] Wie oben erwähnt ist es nur notwendig, beim direkten Einsatz der Zufuhr des zweiten Gases eine unterschiedliche Zusammensetzung zu haben.

Wenn ein Spurengas zum unmittelbaren Beginn der Zufuhr des ersten Gases verwendet wird, kann das gleiche Spurengas als ein Markierer für das Einsetzen der Zufuhr des zweiten Gases verwendet werden.

[0052] Wenn das erste Gas in seiner Gesamtheit aus einer Gaszusammensetzung besteht, die von der des Atemgases abweicht, kann die zweite Gas-mischung aus dem Atemgas bestehen. Jedes Gas mit einer Zusammensetzung, die von der des ersten Gases abweicht, kann natürlich als zweites Gas verwendet werden.

[0053] Gleichzeitig misst der zweite Flussmesser 26 den Fluss auf der Expirationsseite. Der zweite Gasfluss 42 wird hinzugefügt, bis der Gasmesser 28 bestimmt, dass das zweite Gas das Schlauchsystem 8, 10, 14, 16 gefüllt hat (d. h. wenn der neue Gasmarkierer den Gasmesser 28 erreicht). Das Zeitintegral des gemessenen Flusses des ersten Gases, das aus dem Schlauchsystem 8, 10, 14, 16 ausströmt, korrespondiert zu dem Volumen des Schlauchsystems 8, 10, 14, 16.

[0054] Wenn nur das Volumen des Schlauchsystems 8, 10, 14, 16 bestimmt werden soll, reicht eins der oben beschriebenen Verfahren aus (entweder am Ende der Inspiration oder am Ende der Expiration). Wenn das zweite Verfahren verwendet wird, ist es natürlich naheliegend, dass Volumenbestimmungen mehrmals gemacht werden können. Zuerst für das zugeführte Volumen des ersten Gases (entspricht dem ersten Verfahren), dann für das herausströmende Volumen des ersten Gases wie oben beschrieben und zuletzt für das zugeführte Volumen des zweiten Gases. Das steigert die Genauigkeit der Bestimmungen. Eine distinktive Variation zwischen den bestimmen Volumen indiziert irgendwo einen Fehler. Derartige Fehler könnten einfach sein, wie z. B. dass der Patient hustet oder interagiert oder ein zeitweises Lecken. Es könnte auch ein Hinweis auf Fehler in dem Flussmesser sein.

[0055] Wie oben gezeigt können Messungen des Volumens auf eine Reihe von Wegen entweder nahe am oder am Ende der Inspiration oder nahe am oder am Ende der Expiration durchgeführt werden.

[0056] Beim Feststellen des Volumens des Schlauchsystems 8, 10, 14, 16 bei beiden dieser Gelegenheiten, nämlich dem herrschenden Druck am Ende der Inspiration und dem herrschenden Druck am Ende der Expiration, können die Bestimmungen bei zwei verschiedenen Drücken durchgeführt werden. Hierdurch kann ein elastisches Volumen für das Schlauchsystem 8, 10, 14, 16 bestimmt werden. Die inhärente Elastizität der Schläuche veranlasst diese bei höheren Drücken zu expandieren. Das Volumen des Schlauchsystems 8, 10, 14, 16 steigt daher bei höheren Drücken. Die Differenz zwischen den zwei Volumenbestimmungen unter Berücksichtigung des Druckgradienten ergibt die mechanische Elastizität.

[0057] Mit der durch die verschiedenen Messungen zugeführten Information kann ein Arzt kompensieren-

de Werte für den Druck, die Flüsse und Volumen des dem Patienten 4 zugeführten Gases einstellen.

[0058] Alternativ kann die Steuereinheit 32 ausgebildet sein, um eine automatische Kompensation entsprechend der gefundenen Volumen durchzuführen.

[0059] Mit Hilfe der Flusssignale von den zwei Flussmessern 23, 26 kann auch eine Kompensation für den Einfluss des Patienten 4 auf die Bestimmung gemacht werden (z. B. Husten, Starten einer Inspiration oder Expiration zum "falschen" Zeitpunkt u. s. w.). Jedoch führt diese Kompensation nicht zu Volumenbestimmungen, die so genau sind wie die, die erhalten werden, wenn der Patient 4 die Bestimmungen nicht beeinflusst.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Bestimmen des Volumens eines an einen Ventilator und einen Patienten angeschlossenen Schlauchsystems, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte, die ausgeführt werden, wenn der Atemgasfluss zu/von dem Patienten praktisch Null ist, vorzugsweise während einer Inspirationspause oder einer Expirationspause:

Zuführen eines vorbestimmten Flusses eines ersten Gases in das Schlauchsystem, während konstanter Druck in dem Schlauchsystem aufrechterhalten wird; Bestimmen, wann das erste Gas beginnt aus dem Schlauchsystem herauszuströmen; und Bestimmen des Volumens des zugeführten ersten Gases, wobei dieses Volumen das Volumen des Schlauchsystems darstellt.

2. Ein Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass d

as Volumen des zugeführten ersten Gases durch Messen des Ausströmens des ersten Gases bestimmt wird;

Zuführen eines vorbestimmten Flusses eines zweiten Gases in das Schlauchsystem, während konstanter Druck in dem Schlauchsystem aufrechterhalten wird; Bestimmen, wann das zweite Gas beginnt aus dem Schlauchsystem herauszuströmen; und Bestimmen des Volumens des herausströmenden ersten Gases, wobei dieses Volumen das Volumen des Schlauchsystems darstellt.

3. Das Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung zumindest eines anfänglichen Teils des zugeführten ersten Gases von der Zusammensetzung des Atemgases abweicht, wodurch dieser Teil als eine Markierung des zugeführten Gases dient.

4. Das Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der anfängliche Teil des zugeführten ersten Gases aus dem Atemgas und einem Spurengas besteht, wobei das Spurengas gemessen wird, um zu bestimmen, wann das erste Gas anfängt,

aus dem Schlauchsystem herauszuströmen.

5. Das Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der anfängliche Teil des zugeführten ersten Gases aus zumindest einer der Komponenten des Atemgases, vorzugsweise Sauerstoff, in einer anderen Konzentration besteht.

6. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3–5 in Kombination mit Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusammensetzung des zumindest anfänglichen Teils des zugeführten zweiten Gases sich von der Zusammensetzung des ersten Gases unterscheidet, wodurch dieser Teil als eine Markierung des zugeführten Gases dient.

7. Ein verfahren gemäß einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensschritte, mit denen das Volumen des Schlauchsystems bestimmt wird, bei zwei verschiedenen Drücken während eines Atemzyklus durchgeführt werden, und dass ein elastisches Volumen in dem Schlauchsystem aus den bestimmten Volumen berechnet wird.

8. Ein Beatmungsgerätsystem (2), vorgesehen zur Verwendung bei der Atemunterstützung eines Patienten mit einem Ventilator (6) und einem Schlauchsystem (8, 10, 14, 16), wobei der Ventilator (6) zumindest einen Gasanschluss (18A, 18B, 18C), ein Inspirationsventil (20), ein Enspirationsventil (30), zumindest einen Flussmesser (23, 26), zumindest einen Druckmesser (22, 24), zumindest einen Gasmesser (28) und eine Steuereinheit (32) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasmesser (28) an einer expiratorischen Seite des Ventilators (6) angeordnet ist und die Steuereinheit (32) ausgebildet ist, aus den Messungen des zumindest einen Flussmessers (23, 26) zu bestimmen, wann der Gasfluss in dem Schlauchsystem (8, 10, 14, 16) praktisch Null ist, das Inspirationsventil (20) und das Expirationsventil (30) zu steuern, um einen vorbestimmten Fluss eines ersten Gases in das Schlauchsystem (8, 10, 14, 16) über zumindest einen Gasanschluss (18A, 18B, 18C) unter Beibehaltung eines konstanten Druckes innerhalb des Schlauchsystems (8, 10, 14, 16) zuzulassen, Bestimmen aus Messungen durch den Gasmesser (28), wann das erste Gas anfängt, aus dem Schlauchsystem (8, 10, 14, 16) herauszuströmen und Bestimmen des Volumens des zugeführten ersten Gases, das das Volumen des Schlauchsystems (8, 10, 14, 16) darstellt.

9. Das Beatmungsgerätsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (32) angepasst ist, das Gerät zu steuern, um jeden der Schritte in den Ansprüchen 2–7 auszuführen.

10. Das Beatmungsgerätsystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (32) ausgebildet ist, um automatisch die Be-

stimmung eines Faktors für die Kompensation des Effektes des Schlauchsystems (8, 10, 14, 16) auf das dem Patienten (4) zugeführte Gas durchzuführen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

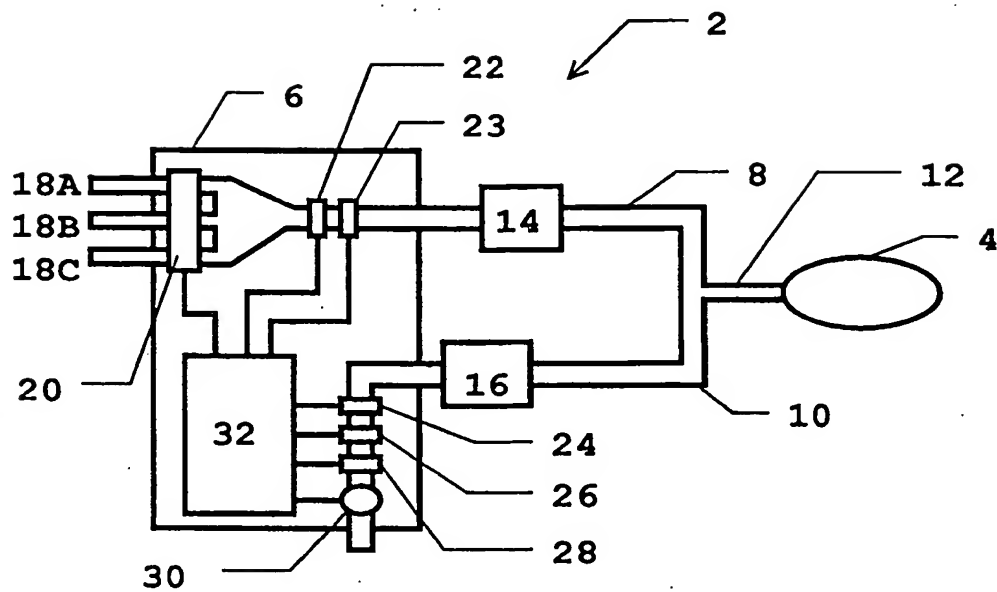


FIG. 1

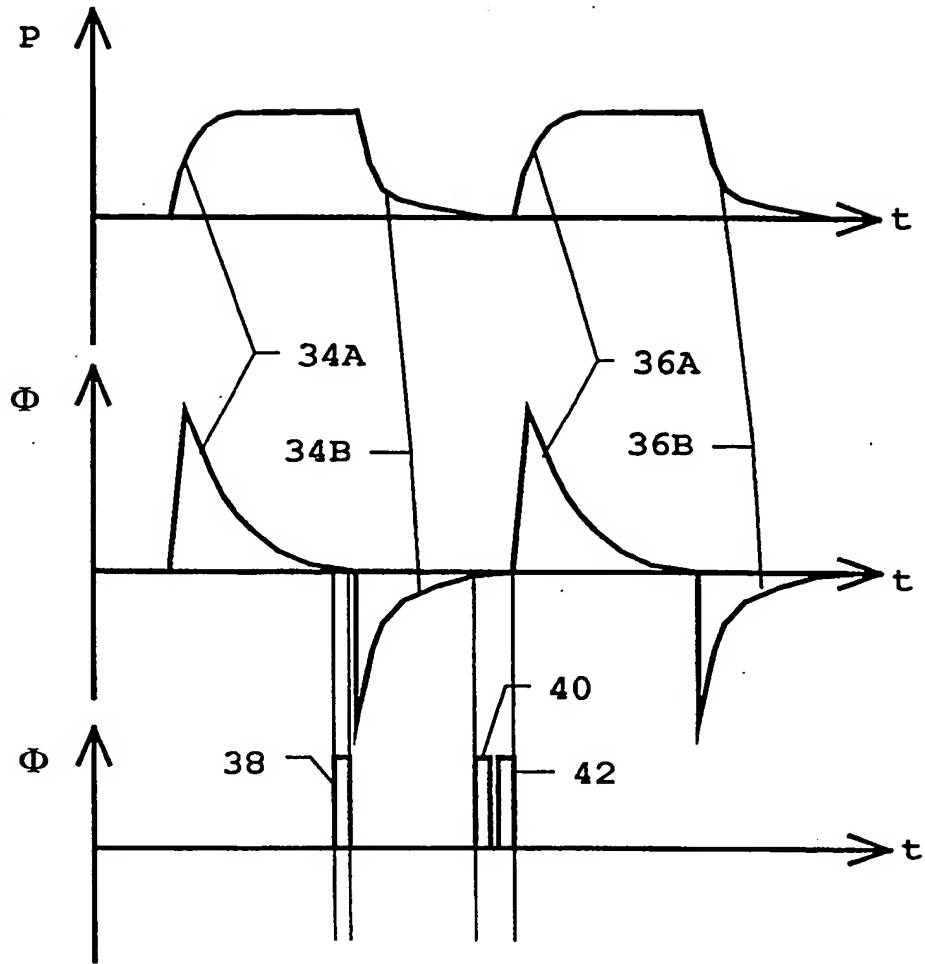


FIG. 2

ERROR: undefinedfilename
OFFENDING COMMAND: file

STACK:

/ColorRendering
/DefaultColorRenderingRE600
true